



А.В. Вураско
А.К. Жвирблите

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРОИЗВОДСТВА
МЕХАНИЧЕСКОЙ (ДРЕВЕСНОЙ) МАССЫ.
ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Екатеринбург
2015

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологий целлюлозно-бумажных производств
и переработки полимеров

А.В. Вураско
А.К. Жвирбите

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРОИЗВОДСТВА (МЕХАНИЧЕСКОЙ) ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по направлениям:

18.03.01 (240100.62); 18.04.01 (240100.68) «Химическая технология»;
29.03.03. (261700.62); 29.04.03 (261700.68) «Технология полиграфического
и упаковочного производства».

Для подготовки кадров высшей квалификации по направлениям:

18.06.01 «Химические технологии»;
35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетического
оборудования в сельском, лесном и рыбном хозяйстве»

Екатеринбург
2015

Печатается по рекомендации методической комиссии ИХПРСиПЭ.
Протокол № 4 от 12 января 2015 г.

Рецензент – профессор каф. ТМ и ОТЦБП, д.т.н. В.П. Сиваков

Подписано в печать 26.10.15		Пл. резерв
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,86	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Комплексное и рациональное использование древесного сырья, интенсификация процессов его переработки, повышение качества и объема получаемых полуфабрикатов, бумаги, картона – важнейшие задачи, стоящие в настоящее время перед целлюлозно-бумажной промышленностью. Развитие технологии и увеличение объемов производства полуфабрикатов высокого выхода (ПВВ) – различных видов механических масс, а также расширение ассортимента бумаги и картона, содержащих в композиции ПВВ являются возможными путями решения указанных задач.

К механическим массам относятся ПВВ, при получении которых основную роль играет механическая обработка древесины. Разделение древесины на волокна и формирование свойств таких полуфабрикатов происходит под действием абразивной поверхности дефибрерного камня или ножей размалывающей гарнитуры дисковых рафинеров.

В настоящее время промышленное применение имеют следующие виды механической массы:

- Механические массы, получаемые из древесины в виде балансов:

ДДМ (SGW – Stone Ground Wood) – дефибрерная масса, получаемая истиранием балансовой древесины на дефибрерном камне при температуре в зоне дефибрирования менее 100 °С и атмосферном давлении;

ТДДМ (TGW – Thermo Ground Wood) – дефибрерная масса, получаемая путем истирания балансовой древесины на дефибрерном камне при температуре на выходе из зоны дефибрирования 100 °С;

ДМД (PGW - Pressurized Stone Ground Wood) – дефибрерная масса давления, вырабатываемая путем истирания балансов на дефибрерном камне при повышенном давлении и температуре более 100 °С.

- Механические массы, получаемые из древесной щепы путем размола в дисковых мельницах:

РДМ или РММ (RMP – Refiner Mechanical Pulp) – рафинерная древесная масса (или рафинерная механическая масса), вырабатываемая из непропаренной щепы за счет размола в дисковых мельницах при атмосферном давлении;

ТММ (TMP - Thermomechanical Pulp) – термомеханическая масса, получаемая из пропаренной щепы размолем в дисковых мельницах в одну или две ступени при повышенном давлении (иногда размол на второй ступени проводят при атмосферном давлении);

ХТММ (CTMP – Chemithermomechanical Pulp) – химико-термомеханические массы. Различные виды получают путем пропитки щепы химикатами до или во время пропарки с последующим размолем под давлением в одну или две ступени. К одной из разновидностей ХТММ можно отнести и механическую массу **ОПКО** (ОРСО – от названия фирмы-разработчика «Ontario Paper C⁰»). Ключевое отличие в технологии

производства этой массы состоит в том, что обработке химическими реагентами подвергается не щепа, а уже прошедшее размол волокно.

ХММ (CMP – Chemimechanical Pulp) – химико-механические массы. Эти полуфабрикаты вырабатываются при интенсивной химической обработке щепы. Процесс производства ХММ – напоминает скоростную варку щепы в аппаратах специальной конструкции с последующим ее размол в две ступени, как правило, при атмосферном давлении. Эта группа обширна и включает в себя такие полуфабрикаты, как сульфированная химико-механическая масса **СХММ (SCMP – Sulfonated Chemimechanical Pulp)**, бисульфитная химико-механическая масса **БХММ (BCMP – Bisulfite Chemimechanical Pulp)**, сульфитная масса высокого выхода **СВВ (HYS – High-Yield Sulfite)** и ряд других полуфабрикатов.

В настоящее время известны следующие разновидности ДМД:

- собственно ДМД – полуфабрикат, получаемый при дефибрировании балансов при температуре sprысковой воды 70...95 °С и давлении 2,5 кгс/см²;

- ДМД 70 полуфабрикат, получаемый при дефибрировании балансов при температуре sprысковой воды 70⁰ С и давлении 2,5 кгс/см²;

- ДМД 95 полуфабрикат, получаемый при дефибрировании балансов при температуре sprысковой воды 70⁰ С и давлении 2,5 кгс/см²;

- ДМД 95 полуфабрикат, получаемый при дефибрировании балансов при температуре sprысковой воды 70⁰ С и давлении 2,5 кгс/см²;

- ДМД-С полуфабрикат, получаемый при дефибрировании балансов при температуре sprысковой воды 95-120⁰ С и давлении 4,5 кгс/см²;

- ДМД-S 95 полуфабрикат, получаемый при дефибрировании балансов при температуре sprысковой воды 95⁰ С и давлении 4,5 кгс/см²;

- ДМД-S 120 полуфабрикат, получаемый при дефибрировании балансов при температуре sprысковой воды 120⁰ С и давлении 4,5 кгс/см²;

- ХДМД – химическая ДМД – полуфабрикат, получаемый по режиму изготовления ДМД, но с добавлением химических реагентов со sprысковой водой при дефибрировании;

- ХДМД-С – полуфабрикат, получаемый по режиму изготовления ДМД-С, но с добавлением химических реагентов со sprысковой водой при дефибрировании.

Основной вид ДДМ – это белая ДДМ, которая получается путем истирания древесины о поверхность дефибрерного камня.

Белую ДДМ в зависимости от назначения и показателей качества выпускают следующих марок [2]:

А – беленая ДДМ для частичной замены беленой целлюлозы в композиции печатной и писчей бумаги (газетной бумаги);

Б – белая ДДМ для типографской и писчей бумаги в композиции с небеленой целлюлозой (типографская №3, обойная);

В – белая ДДМ для писчей, цветной, обложечной, курительной, ма-
нуфактурной, афишной бумаги и картона с покровным слоем;

Г – белая ДДМ для пачечной, шпульной, оберточной и других видов
бумаги в композиции с небеленой целлюлозой;

К – белая ДДМ для коробочного картона марок Б, В, Г, Д, переплет-
ного и других видов.

Белая ДДМ по ГОСТ 10014-73 должна иметь показатели (табл. 1).

Таблица 1

Качественные показатели белой древесной массы

Показатели	Норма для марок				
	А	Б	В	Г	К
Степень помола, $^0\text{ШР}$, не более	72	72	72	не нормируется	
Разрывная длина, м, не менее	2900	2900	2600	220	1900
Состав ДДМ по длине волокон, 1 фракции, %	20	20	20	не нормируется	
Сорность – число соринок на 1 м^2 : – площадью свыше 0,1 до $1,0\text{ мм}^2$, не более	500	800	1200	-	не норми- руется
– площадью свыше $0,5\text{ мм}^2$	не допускается			-	-
– площадью свыше 0,1 до $1,0\text{ мм}^2$ не более	-	-	-	2700	-
– площадью свыше $1,0\text{ мм}^2$	-	-	-	не допус- кается	-
Белизна, % не менее	72	не нормируется			

Рассмотрим принципы выбора технологической схемы древесно-
массного производства и методику расчета баланса воды и волокна.

Основные удельные показатели и нормы расхода

Расчетное число дней работы дефибреров в год	345
Число часов работы дефибреров в сутки с керамическими камнями	24
Расход баланса при влажности 40 %, пл.м ³ /т массы	
елового	2,50
лиственничного	3,05
осинового	2,40
Удельный расход энергии, кВт·ч/т:	
на дефибрирование	1100
на сгущение и очистку	120
на размол отходов сортирования	700
на размол щепы	1500

Расход свежей воды, м ³ /т:	
на spryski сгустителей	10
на охлаждение подшипников дефибреров	5
на промывку аппаратов	1
Поступление оборотной воды с бумажной фабрики, м ³ /т	20

Технологическая схема процесса

На целлюлозно-бумажных предприятиях существует большое количество схем и оборудования для производства белой ДДМ. В каждом конкретном случае в зависимости от вида выпускаемой бумаги или картона технологическая схема имеет свои особенности. Каждая схема технологического процесса имеет основные узлы для получения древесной массы нужного качества. К таким узлам относятся: дефибреры, ступени грубого и тонкого сортирования массы, ступени грубой и тонкой очистки, ступени переработки и возвратов отходов дефибрирования.

Расход воды в системе дефибрирования выполняется частично подачей свежей воды и частично за счет оборотной воды, поступающей с бумажной фабрики.

Один из вариантов технологической схемы производства приведен на рис. 1. По данной схеме проводят дефибрирование еловых балансов, поступающих в цех с влажностью 40...50 %. Для дефибрирования применяют цепные дефибреры типа ДЦ-04-1, режим работы - горячее жидкое дефибрирование. Такой режим работы дефибрирования характеризуется температурой оборотной воды в ванне дефибрера 60-80⁰С, концентрацией массы в ванне дефибрера – 1,7...2,5 %. Для обеспечения необходимой степени очистки камня дефибрера используется система spryskov высокого давления 0,8...0,9 МПа и низкого давления 0,4 МПа.

Из ванны дефибрера масса с концентрацией 1,5 % поступает в канал, где дополнительно разбавляется оборотной водой до 1,5 %, и направляется на вибрационную щеполовку. Количество грубых отходов составляет 0,7...1,2 %. Эти отходы измельчаются в молотковой мельнице при концентрации 4 % и поступают в бассейн под молотковой мельницей. Сюда же поступают отходы после I и II ступеней сортировок. Концентрация после смешения составляет 1,85 %. Масса далее направляется на сгущение в барабанный пресс, после которого ее концентрация достигает 25 %. С такой концентрацией отходы сортирования подаются на размол в дисковую мельницу. После размолу массу разбавляют в бассейне до концентрации 3,5 % и направляют в общий поток сортирования в бассейн под щеполовками. Сюда же подают качественную массу после щеполовок с концентрацией 1,3...1,5 %.

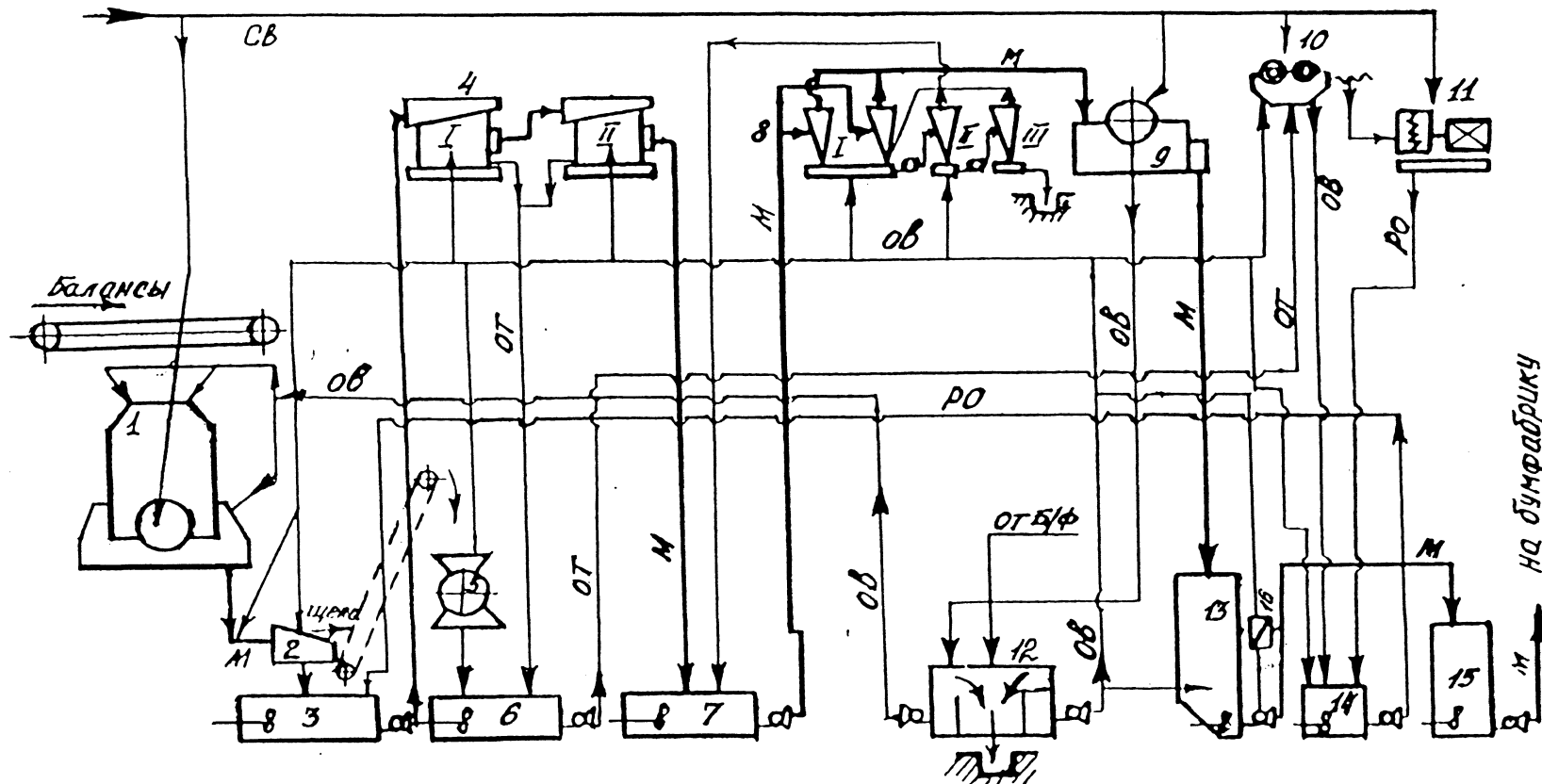


Рис 2. Технологическая схема производства древесной массы

- 1 – дефибреры; 2 – щеполовки; 3 – бассейн под щеполовками; 4 – сортировки; 5 – молотковая мельница;
 6 – бассейн под молотковой мельницей; 7 – бассейн отсортированной массы; 8 – центриклинеры; 9 – дисковый фильтр;
 10 – пресс сгуститель; 11 – дисковая мельница; 12 – бак оборотной воды; 13 – бассейн высокой концентрации;
 14 – бассейн размолотых отходов; 15 – бассейн регулируемой массы; 16 – регулятор концентрации;
 М – древесная масса; ОБ – оборотная вода; ОТ – отходы; РО – размолотые отходы; СВ – свежая вода

Тонкое сортирование массы осуществляют в напорных сортировках типа «Центрисортер» в две ступени последовательно.

Отсортированная масса после разбавления в бассейне оборотной водой до концентрации 0,5 % поступает для очистки от минеральных включений на трехступенчатую очистку в вихревые очистители. Отходы после III ступени в количестве 0,45 % направляют в сток. Очищенную массу с концентрацией 0,53 % сгущают в дисковом фильтре до концентрации 10 % и направляют в бассейн-аккумулятор. После разбавления массы и регулирования концентрации до 3,0% массу направляют в бассейн регулируемой массы, а из него на бумажную фабрику.

Расчет баланса воды и волокна

Баланс воды и волокна составляют в расчете на 1 т воздушно-сухой массы, т.е. на 880 кг абсолютно сухой массы. Материальные расчеты позволяют определить нагрузку по воде и волокну на отдельные аппараты технологической схемы, определить потери.

Исходные данные для расчета

Вариант исходных данных для расчета

1. Концентрация массы, %

- в ванне дефибрера	1,5
- перед щеполовками	1,3
- после щеполовок	1,21
- перед I ступенью сортировок	1,3
- отходов I ступени сортировок	1,4
- перед II ступенью сортировок	1,1
- отходов после II ступени сортировок	1,2
- отсортированной после II ступени	1,0
- перед I ступенью центриклинеров	0,56
- перед дисковым фильтром	0,53
- очищенной после II ступени центриклинеров	1,4
- очищенной после III ступени центриклинеров	0,46
- отходов I ступени центриклинеров	1,1
- отходов II ступени центриклинеров	1,4
- отходов III ступени центриклинеров	1,9
- сгущенной с дискового фильтра	11
- на бумажную фабрику	3,0
- после молотковой мельницы	4,0
- после пресса сгустителя	25
- концентрация оборотной воды	0,06

2. Влажность балансов	50
3. Сухость щепы	12
4. Количество отходов, считая к поступающей массе, %	
- от щеполовок	1,2
- от I ступени сортировок	5,0
- от II ступени сортировок	5,0
- от I ступени центриклинеров	12
- от II ступени центриклинеров	15
- от III ступени центриклинеров	17
5. Потери древесного волокна, %	
- на растворение при дефибрировании	1,5
- в стоке после III ступени центриклинеров	0,45

Для расчета воды и волокна вводим следующие обозначения

М – количество массы, кг;

К – концентрация массы или оборотной воды, %;

А – количество абсолютно сухого волокна, кг;

В – количество воды, кг.

Технологическую схему (рис.1) перед расчетом необходимо представить в виде структурной схемы, показанной на рис.2. Этот рисунок позволяет определить приход и расход воды и волокна по каждой позиции технологической схемы. Цифровой индекс обозначений индивидуален для каждого вида оборудования. Расчет начинаем с конца технологической схемы.

1. Бассейн регулируемой массы

На бумажную фабрику на каждую тонну воздушно-сухой массы поступает 880 кг абсолютно сухого волокна (а.с.в.) при концентрации 3,0%. Тогда воды с ним поступит:

$$B_2 = 880 \frac{100 - 3,0}{3,0} = 28453,33 \text{ кг},$$

а массы поступит

$$M_2 = 28453,33 + 880,00 = 29333,33 \text{ кг}.$$

Следовательно, после бассейна высокой концентрации (см. рис. 2) при разбавлении массы в нижней разбавительной зоне бассейна и регулирования концентрации в бассейн регулируемой массы должно поступить: абсолютно сухого волокна $A_1 = 880 \text{ кг}$; воды с ним $B_1 = 28453,33 \text{ кг}$; массы $M_1 = 29333,33 \text{ кг}$.

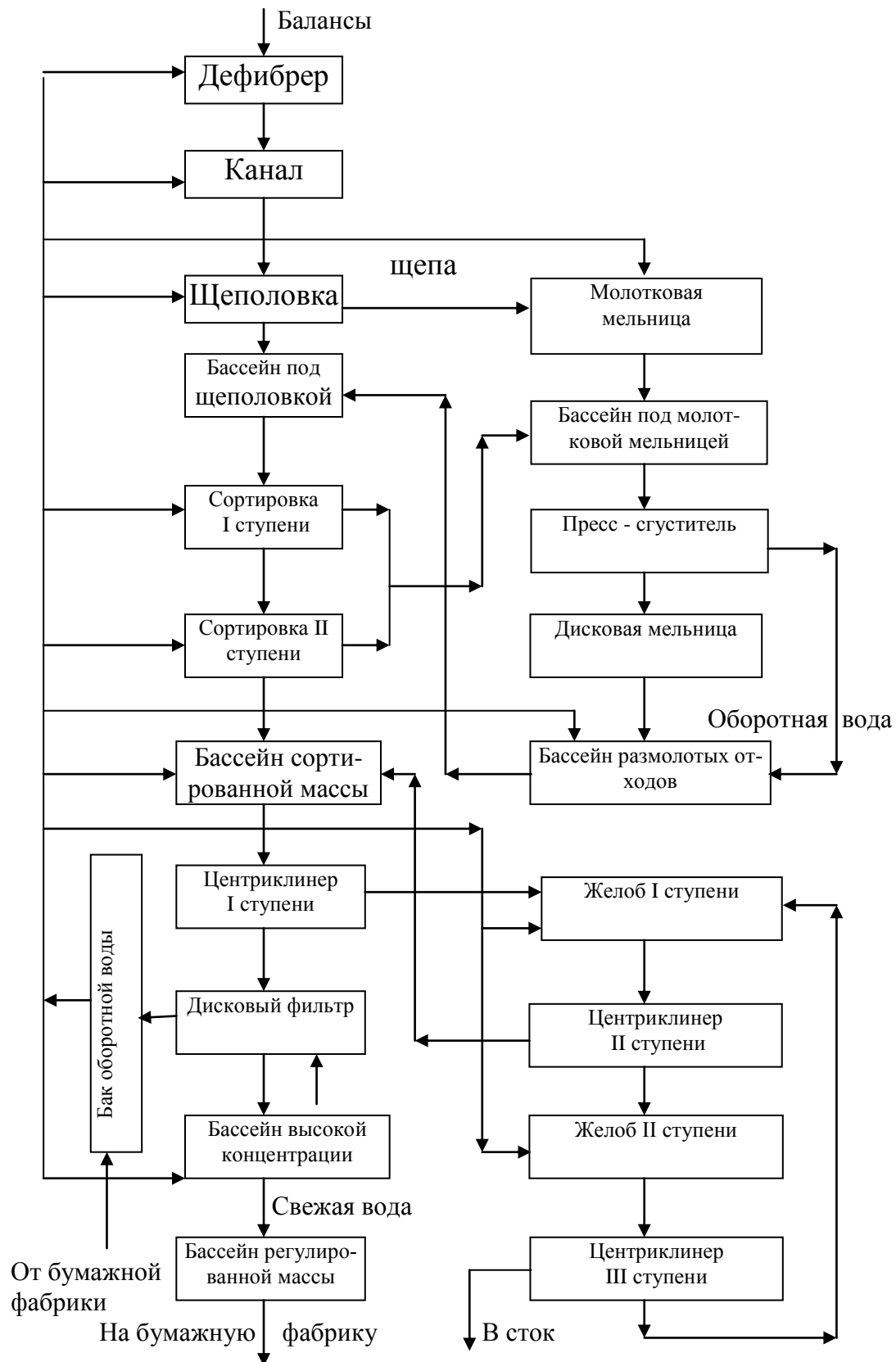
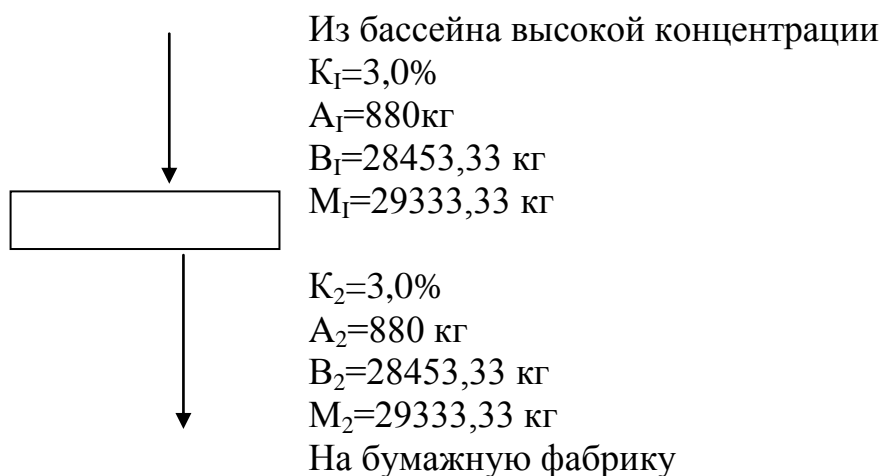


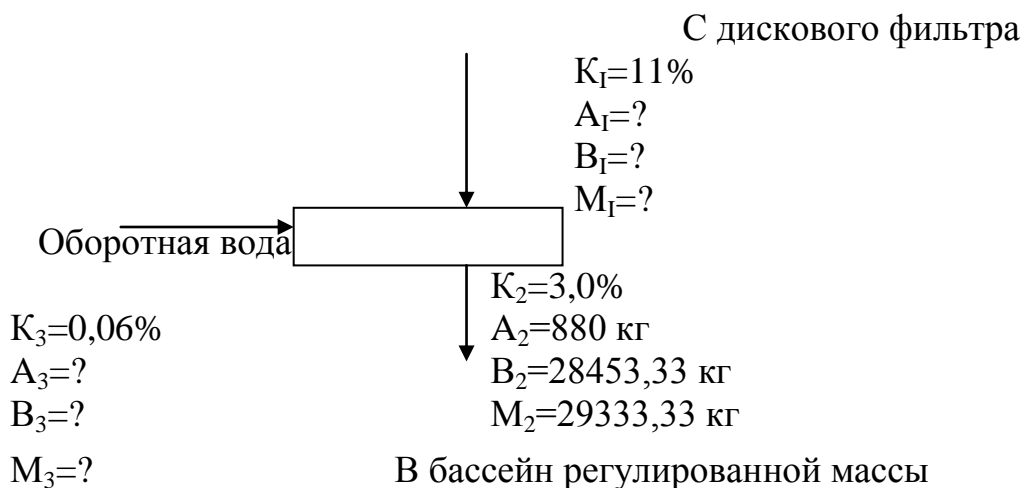
Рис.2. Схема для расчета материального баланса

Тогда баланс воды и волокна по данной позиции технологической схемы можно изобразить следующим образом.



2. Бассейн высокой концентрации

В бассейн высокой концентрации поступает масса с дискового фильтра M_1 концентрацией $K_1 = 11 \%$ и обратная вода M_3 концентрацией $0,06 \%$, выходит масса $M_2=29333,33 \text{ кг}$ концентрацией $K_2=3,0 \%$ (количество а.с. волокна $A_2=880 \text{ кг}$, воды $B_2=28453,33 \text{ кг}$).



Искомые величины можно определить исходя из равенства прихода воды и волокна (стрелки, направленные к данной позиции) их расходу (стрелки – от данной позиции), то есть $M_{\text{приходящая}} = M_{\text{расходуемая}}$.
 Кроме того: $A_{\Pi} = M_{\Pi} K_{\Pi}$ и $B_{\Pi} = M_{\Pi} - A_{\Pi}$

Составим систему уравнений:

$$M_1 K_1 = M_2 K_2 - M_3 K_3,$$

$$M_1 K_1 = M_2 K_2 - (M_2 - M_1) K_3, \text{ отсюда}$$

$$M_1 = M_2 \frac{K_2 - K_3}{K_1 - K_3}$$

$$M_1 = \frac{29333,33(3,0 - 0,060)}{11 - 0,060} = 7882,99 \text{ кг};$$

$$A_1 = M_1 K_1 = 7883,00 \cdot 0,11 = 867,13 \text{ кг};$$

$$B_1 = M_1 - A_1 = 7883,00 - 867,13 = 7015,86 \text{ кг};$$

$$M_3 = 29333,33 - 7883,00 = 21450,34 \text{ кг};$$

$$A_3 = 21450,34 \cdot 0,0006 = 12,87 \text{ кг};$$

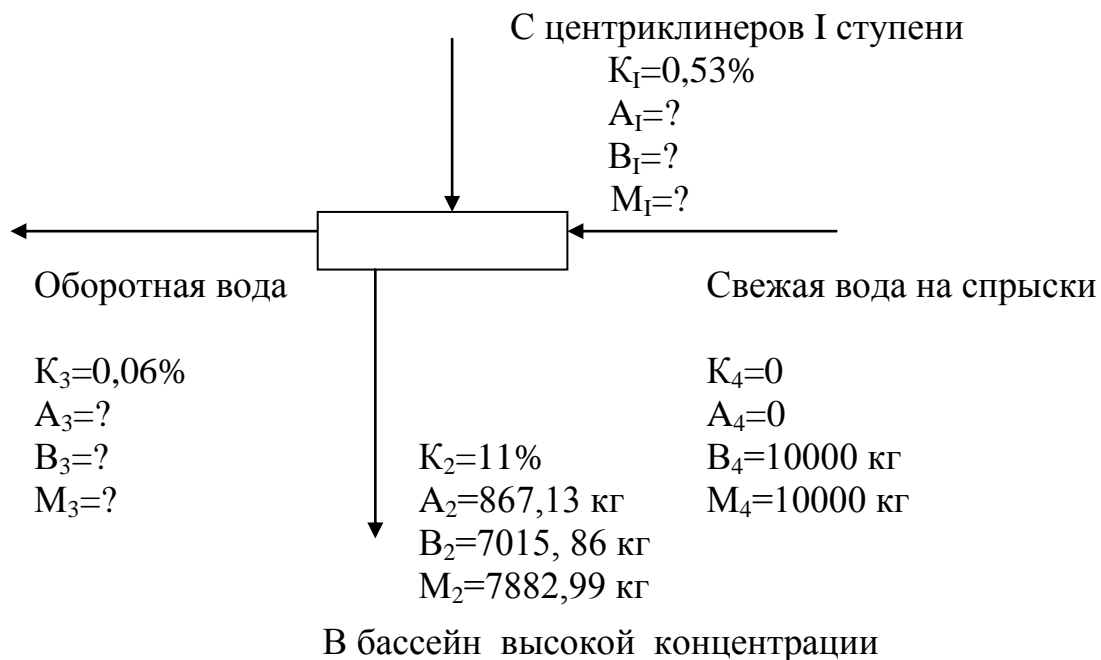
$$B_3 = 21450,34 - 12,87 = 21437,46 \text{ кг}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокна, кг	Воды, кг	Волокна, кг	Воды, кг
867,13	7015,86	880,00	28453,33
+ 12,87	+ 21437,47		
880,00	28453,33	880,00	28453,33

3. Дисковый фильтр

Поступает масса M_1 концентрацией $K_1=0,53\%$, свежая вода на spryski $M_4=10000$ кг, уходит сгущенная масса $M_2=7882,99$ кг концентрацией $K_2=11\%$ и оборотная вода M_3 концентрацией $K_3=0,06\%$.



$$M_1 + M_4 = M_2 + M_3;$$

$$M_1 K_1 + M_4 K_4 = M_2 K_2 + (M_1 + M_4 - M_2) K_3;$$

$$M_1 = \frac{M_2(K_2 - K_3) + M_4(K_3 - K_4)}{K_1 - K_3}$$

$$M_1 = 7882,99 (11 - 0,06) + 10000 (0,06 - 0) / (0,53 - 0,06) = 184765,76 \text{ кг};$$

$$A_1 = 184765,76 \cdot 0,0053 = 979,26 \text{ кг};$$

$$B_1 = 184765,76 - 979,26 = 183786,50 \text{ кг};$$

$$M_1 = M_1 - M_2 + M_4 = 184765,76 - 7882,99 + 10000 = 186882,77 \text{ кг};$$

$$A_3 = M_3 K_3 = 186882,77 \cdot 0,0006 = 112,13 \text{ кг};$$

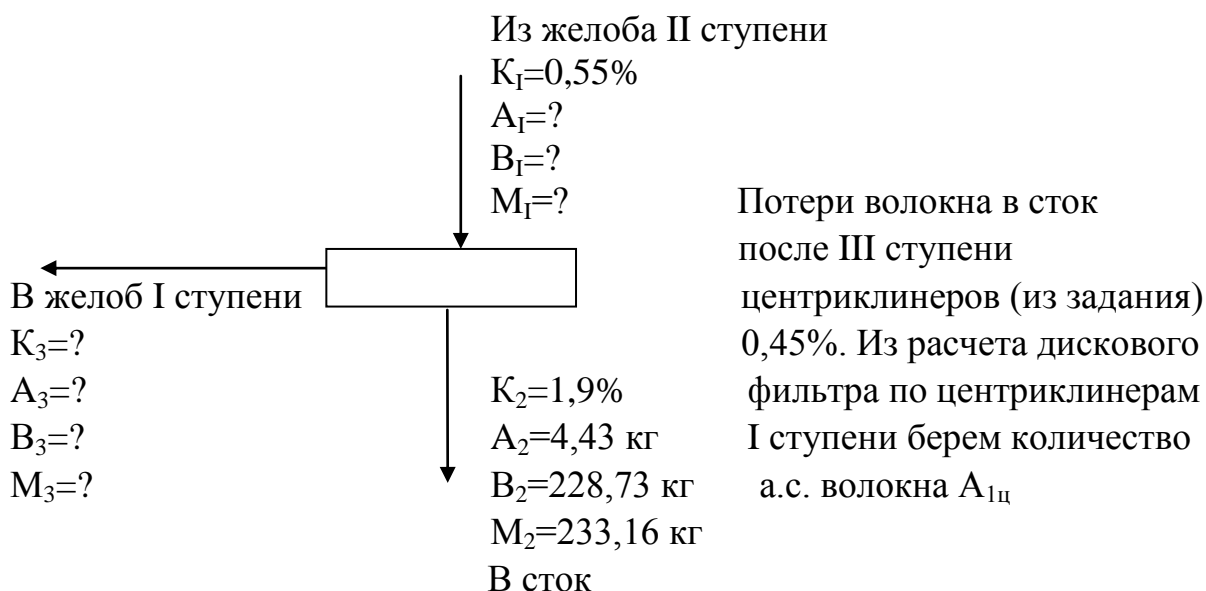
$$B_3 = M_3 - A_3 = 186882,77 - 112,13 = 186770,64 \text{ кг};$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокна, кг	Воды, кг	Волокна, кг	Воды, кг
979,26	183786,50	867,13	7015,86
+0,00	+10000,00	+112,13	+186770,64
979,26	193786,50	979,26	193786,50

4. Центриклинеры III ступени

Поступает масса M_1 концентрацией $K_1=0,55\%$ из желоба II ступени, возвращается в желоб I ступени масса M_3 концентрацией K_3 и в сток отходов – масса M_2 концентрацией $K_2=1,9\%$ в количестве $0,45\%$ от всей массы ($979,26 \text{ кг}$).



$$A_{1ц} - 0,45\%, \text{ тогда } A_2 = 100 - 0,45\% \text{ или } A_2 = \frac{A_{1ц} \cdot 0,45}{99,55} = 4,43 \text{ кг};$$

$$M_2 = (4,43 \cdot 100) / 1,9 = 233,16 \text{ кг};$$

$$B_2 = 233,16 - 4,43 = 228,73 \text{ кг};$$

Из задания: количество отходов, в % от массы Шступени центриклинеров 17 %, то

$$4,43 - 17 \%$$

$$x - 83 \%$$

$$x = A_1 = 4,43 \cdot 83 / 17 = 21,63 \text{ кг};$$

$$M_1 = 21,63 \cdot 100 / 0,55 = 3932,73 \text{ кг};$$

$$B_1 = 3932,73 - 21,63 = 3911,10 \text{ кг};$$

$$A_3 = 21,63 - 4,43 = 17,2 \text{ кг};$$

$$B_3 = B_1 - B_2 = 3911,10 - 228,73 = 3682,37 \text{ кг};$$

$$M_3 = M_1 - M_2 = 3932,73 - 233,16 = 3699,57 \text{ кг};$$

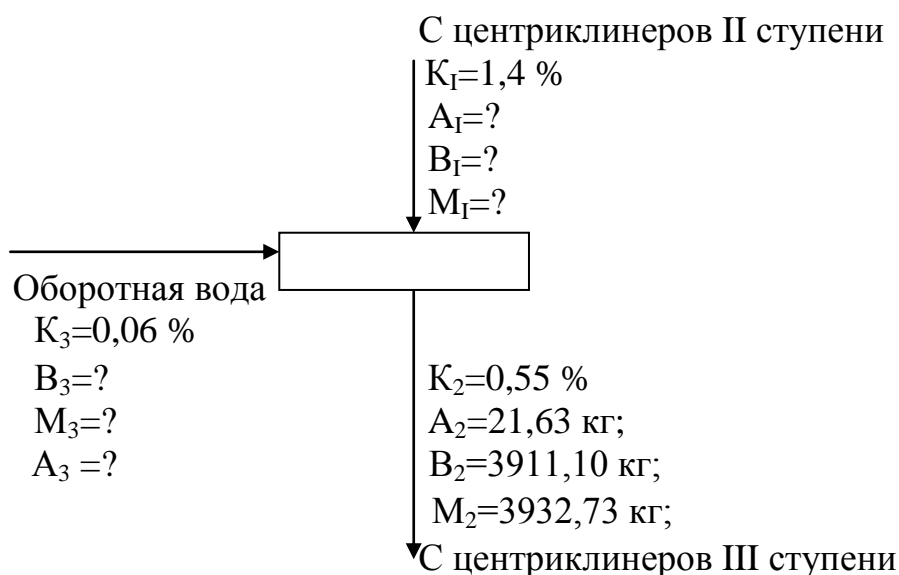
$$K_3 = A_3 \cdot 100 / M_3 = 17,2 \cdot 100 / 3699,57 = 0,46 \%$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокна, кг	Воды, кг	Волокна, кг	Воды, кг
21,63	3911,10	4,43	228,73
		+17,2	+3682,37
21,63	3911,10	21,63	3911,10

5. Желоб II ступени

Поступает масса с центриклинеров II ступени M_1 концентрацией $K_1 = 1,4 \%$ и обратная вода M_3 концентрацией $K_3 = 0,06 \%$, уходит масса $M_2 = 3932,73 \text{ кг}$ концентрацией $K_2 = 0,55 \%$ в центриклинеры III ступени.



$$M_2 = M_1 + M_3; \quad M_2 K_2 = M_1 K_1 + (M_2 - M_1) K_3; \quad M_1 = \frac{M_2 (K_3 - K_2)}{K_3 - K_1};$$

$$M_1 = 3932,73 (0,06 - 0,55) / (0,06 - 1,4) = 1438,09 \text{ кг};$$

$$A_1 = M_1 K_1 = 1438,09 \cdot 0,014 = 20,13 \text{ кг};$$

$$B_1 = M_1 - A_1 = 1438,09 - 20,13 = 1417,96 \text{ кг};$$

$$M_3 = M_2 - M_1 = 3932,73 - 1438,09 = 2494,64 \text{ кг};$$

$$A_3 = M_3 K_3 = 2494,64 \cdot 0,0006 = 1,50 \text{ кг};$$

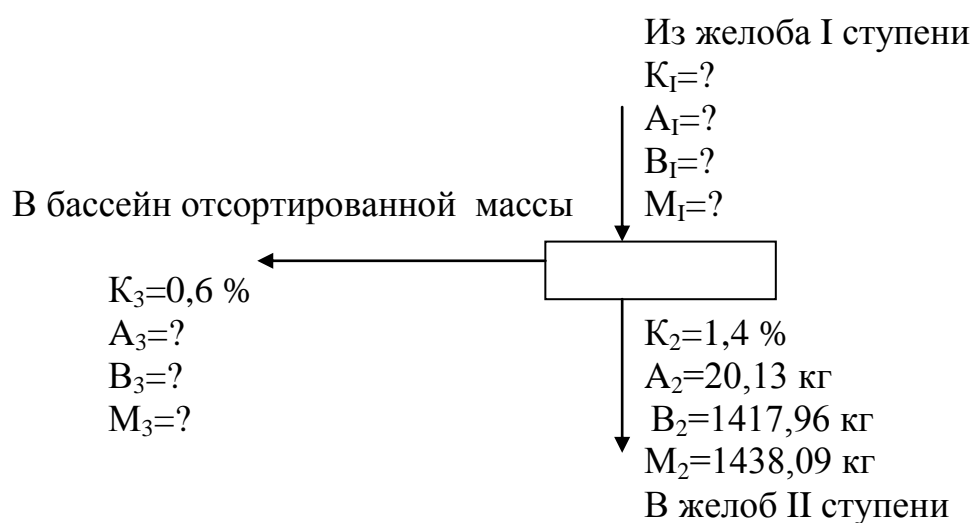
$$B_3 = M_3 - A_3 = 2494,64 - 1,50 = 2493,14 \text{ кг};$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокна, кг	Воды, кг	Волокна, кг	Воды, кг
20,13	1417,96	21,63	3911,10
+1,50	+2493,14		
21,63	3911,10	21,63	3911,10

6. Центриклинеры II ступени

Из желоба I ступени поступает масса M_1 концентрацией K_1 , уходит в желоб II ступени масса $M_2 = 1438,09$ кг концентрацией $K_2 = 1,4$ %, в бассейн отсортированной массы M_3 концентрацией $K_3 = 0,6$ %



Если количество отходов от II ступени центриклинеров 15 %, то
 $20,13 - 15\%$

$$x - 85\% \quad x = A_3 = 20,13 \cdot 85 / 15 = 114,07 \text{ кг};$$

$$M_3 = 114,07 \cdot 100 / 0,6 = 19011,67 \text{ кг};$$

$$B_3 = M_3 - A_3 = 19011,67 - 114,07 = 18897,60 \text{ кг};$$

$$A_1 = A_3 + A_2 = 114,07 + 20,13 = 134,20 \text{ кг};$$

$$B_1 = B_3 + B_2 = 18897,60 + 1417,96 = 20315,56 \text{ кг};$$

$$M_1 = M_3 + M_2 = 19011,67 + 1438,09 = 20449,76 \text{ кг};$$

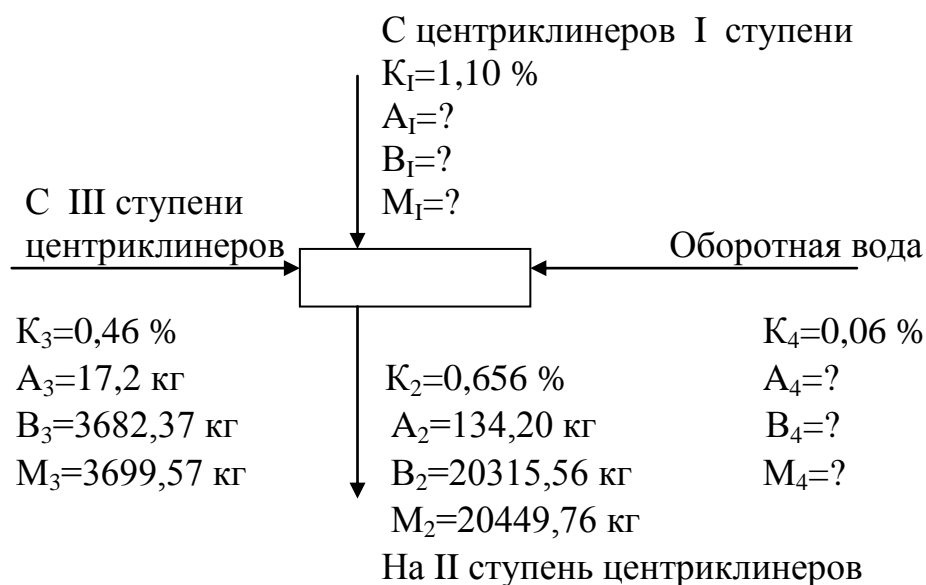
$$K_1 = 100 A_1 / M_1 = 100 \cdot 134,20 / 20449,76 = 0,656 \text{ \%}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокна, кг	Воды, кг	Волокна, кг	Воды, кг
134,20	20315,56	20,13	1417,96
		+114,07	+18897,60
134,20	20315,56	134,20	20315,56

7. Желоб I ступени

Поступает масса с центриклинеров I ступени M_1 концентрацией $K_1=1,10 \text{ \%}$, масса с III ступени центриклинеров $M_3=3699,57 \text{ кг}$ концентрацией $K_3=0,46 \text{ \%}$, оборотная вода M_4 концентрацией $K_4=0,06 \text{ \%}$, уходит на II ступень центриклинеров $M_2=20449,76 \text{ кг}$ концентрацией $K_2=0,66 \text{ \%}$.



$$M_1 = \frac{M_2(K_4 - K_2) + M_3(K_3 - K_4)}{K_4 - K_1}$$

$$M_1 = 20449,76 (0,06 - 0,656) + 3699,57 (0,46 - 0,06) / (0,06 - 1,1) = 10296,37 \text{ кг};$$

$$A_1 = M_1 K_1 = 10296,37 \cdot 0,011 = 113,26 \text{ кг};$$

$$B_1 = M_1 - A_1 = 10296,37 - 113,26 = 10183,11 \text{ кг};$$

$$M_4 = M_2 - M_3 - M_1 = 20449,76 - 3699,57 - 10296,37 = 6453,82 \text{ кг};$$

$$A_4 = M_4 K_4 = 6453,82 \cdot 0,0006 = 3,87 \text{ кг};$$

$$B_4 = M_4 - A_4 = 6453,82 - 3,87 = 6449,95 \text{ кг};$$

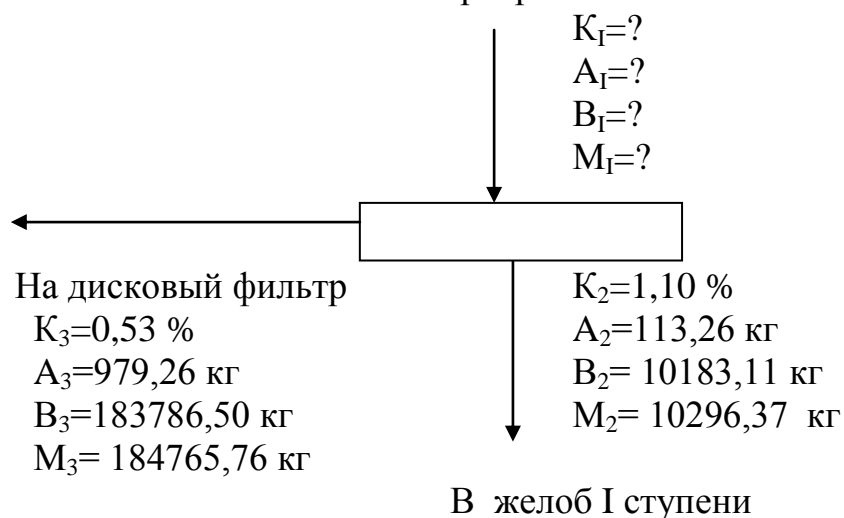
Проверка

Приход		Расход	
Волокна, кг	Воды, кг	Волокна, кг	Воды, кг
113,26	10183,11	134,20	20315,56
+ 17,2	+3682,37		
3,87	6449,95		
134,33	20315,43	134,20	20315,56

8. Центриклинеры I ступени

Поступает масса M_1 из бассейна отсортированной массы концентрацией K_1 , уходит масса на дисковый фильтр $M_3 = 186882,77$ кг концентрацией $K_3 = 0,53$ %, отходы в желоб I ступени $M_2 = 10296,37$ кг концентрацией $K_2 = 1,10$ %.

Из бассейна отсортированной массы



$$A_1 = A_3 + A_2 = 979,26 + 113,26 = 1092,52 \text{ кг};$$

$$B_1 = B_3 + B_2 = 183786,50 + 10183,11 = 193969,61 \text{ кг};$$

$$M_1 = M_3 + M_2 = 184765,76 + 10296,37 = 195062,13 \text{ кг};$$

$$K_1 = A_1 \cdot 100 / M_1 = 1092,52 \cdot 100 / 195062,13 = 0,56 \text{ \%}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокна, кг	Воды, кг	Волокна, кг	Воды, кг
1092,52	193969,61	113,26	10183,11
		+979,26	+183786,50
1092,52	193969,61	1092,52	193969,61

9. Бассейн отсортированной массы (после сортировок)

Поступает масса с сортировок II ступени M_1 концентрацией $K_1=1,0\%$, масса со II ступени центриклинеров $M_4=19011,67$ кг концентрацией $K_4=0,60\%$ и обратная вода M_3 концентрацией $K_3=0,06\%$. Уходит масса $M_2=197179,14$ кг концентрацией $K_2=0,554\%$ на центриклинеры I ступени.



$$M_2 = M_1 + M_3 + M_4; \quad M_1 = \frac{M_2(K_2 - K_3) + M_4(K_3 - K_4)}{K_1 - K_3};$$

$$M_1 = 195062,13(0,56 - 0,06) + 19011,67(0,06 - 0,60)/(1,0 - 0,06) = 92834,86 \text{ кг}$$

$$A_1 = M_1 K_1 = 92834,86 \cdot 0,01 = 928,35 \text{ кг};$$

$$B_1 = M_1 - A_1 = 92834,86 - 928,35 = 91906,51 \text{ кг};$$

$$M_3 = M_2 - M_4 - M_1 = 195062,13 - 19011,67 - 92834,86 = 83215,6 \text{ кг};$$

$$A_3 = M_3 K_3 = 83215,6 \cdot 0,0006 = 49,93 \text{ кг};$$

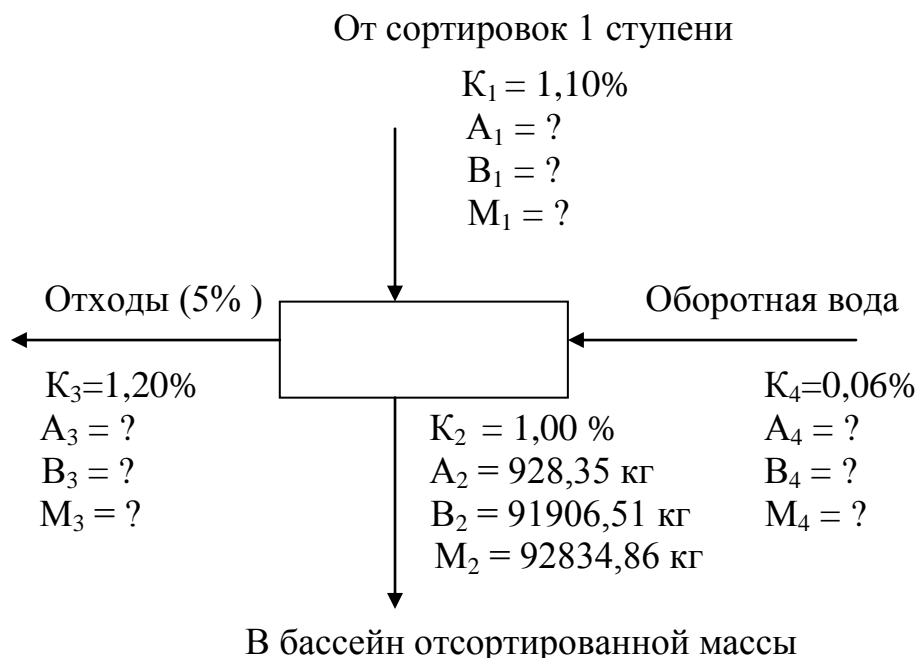
$$B_3 = M_3 - A_3 = 83215,6 - 49,93 = 83165,67 \text{ кг}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокна, кг	Воды, кг	Волокна, кг	Воды, кг
928,35	91906,51	1092,52	193969,61
+49,93	+83165,67		
114,07	18897,6		
1092,35	193969,78	1092,52	193969,61

10. Сортировки II ступени

Поступает масса с сортировок I ступени M_1 концентрацией $K_1 = 1,10\%$ и обратная вода M_4 концентрацией $K_4 = 0,06\%$. Уходят в бассейн отсортированной массы $M_2 = 92834,86$ кг концентрацией $K_2 = 1,00\%$ и отходы (5%) массой M_3 концентрацией $K_3 = 1,20\%$.



Если A_3 составляет 5% от A_2 , то

$$\begin{array}{ll} 928,35 & - 95\% \\ x & - 5\% \end{array} \quad x = A_3 = 928,35 \cdot 5/95 = 48,86 \text{ кг};$$

$$M_3 = 48,86 \cdot 100 / 1,2 = 4071,71 \text{ кг};$$

$$B_3 = M_3 - A_3 = 4071,71 - 48,86 = 4022,85 \text{ кг};$$

$$M_1 = \frac{M_2(K_2 - K_4) + M_3(K_3 - K_4)}{K_1 - K_4} =$$

$$\frac{92834,86(1,0 - 0,06) + 4071,71(1,2 - 0,06)}{1,1 - 0,06} = 88371,65 \text{ кг};$$

$$A_1 = M_1 K_1 = 88371,65 \cdot 0,011 = 972,09 \text{ кг};$$

$$B_1 = M_1 - A_1 = 88371,65 - 972,09 = 87399,56 \text{ кг};$$

$$M_4 = M_2 + M_3 - M_1 = 92834,86 + 4071,71 - 88371,65 = 8534,92 \text{ кг};$$

$$A_4 = M_4 K_4 = 8534,92 \cdot 0,0006 = 5,12 \text{ кг};$$

$$B_4 = M_4 - A_4 = 8534,92 - 5,12 = 8529,8 \text{ кг}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокна, кг	Воды, кг	Волокна, кг	Воды, кг
972,09	87399,56	48,86	4022,85
+5,12	+8529,8	+928,35	+91906,51
977,21	95929,36	977,21	95929,36

11. Сортировка I ступени



На сортировке II ступени

Если A_3 составляет 5 % от A_2 сортировки II ступени, то

971,59 - 95 %
 x - 5 % $x = A_3 = 972,09 \cdot 5 / 95 = 51,16$ кг;

$$M_3 = 51,16 \cdot 100 / 1,4 = 3654,47 \text{ кг};$$

$$B_3 = M_3 - A_3 = 3654,47 - 51,16 = 3603,31 \text{ кг};$$

$$M_1 + M_4 = M_2 + M_3 \text{ или } M_1 = \frac{M_2(K_2 - K_4) + M_3(K_3 - K_4)}{K_1 - K_4};$$

$$M_1 = 88371,65 (1,1 - 0,06) + 3654,47 (1,4 - 0,06) / 1,3 - 0,06 = 78067,35 \text{ кг};$$

$$A_1 = M_1 K_1 = 78067,35 \cdot 0,013 = 1014,88 \text{ кг};$$

$$B_1 = M_1 - A_1 = 78067,35 - 1014,88 = 77052,47 \text{ кг};$$

$$M_4 = M_2 + M_3 - M_1 = 88371,65 + 3654,47 - 78067,35 = 13958,77 \text{ кг};$$

$$A_4 = M_4 K_4 = 13958,77 \cdot 0,0006 = 8,38 \text{ кг};$$

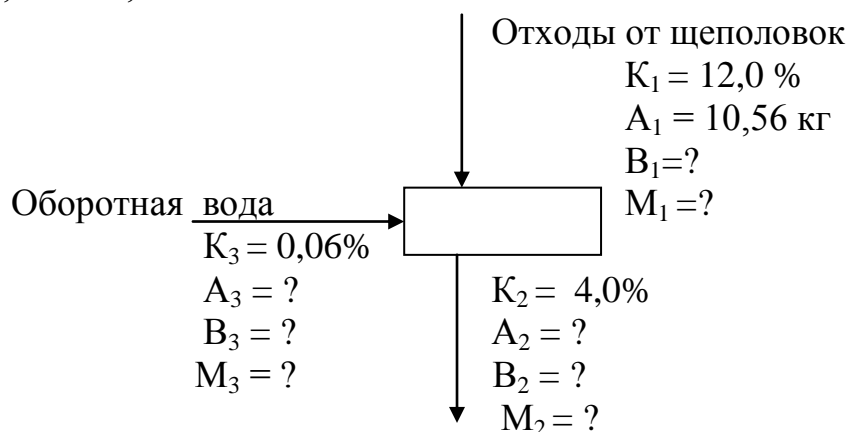
$$B_4 = M_4 - A_4 = 13958,77 - 8,38 = 13950,39 \text{ кг}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокно, кг	Вода, кг	Волокно, кг	Вода, кг
1014,87	77052,47	972,09	87399,56
+8,38	+13950,39	+51,16	+3603,31
1023,25	91002,86	1023,25	91002,87

12. Молотковая мельница

Поступают отходы грубого сортирования со щеполовок M_1 концентрацией $K_1 = 12,0 \%$ и оборотная вода концентрацией $K_3 = 0,06 \%$. Уходит масса M_2 концентрацией $K_2 = 4,0 \%$ в бассейн под молотковой мельницей. Принимаем согласно исходным данным количество отходов от щеполовок $1,2 \%$, или $10,56$ кг.



В бассейн под молотковой мельницей

$$B_1 = 10,56 \cdot 88 / 12 = 77,44 \text{ кг};$$

$$M_1 = 10,56 + 77,44 = 88 \text{ кг};$$

$$M_2 = M_1 + M_3; M_2 = \frac{M_1(K_1 - K_3)}{K_2 - K_3} = \frac{88(12 - 0,06)}{4 - 0,06} = 266,68 \text{ кг};$$

$$A_2 = M_2 K_2 = 266,68 \cdot 0,04 = 10,67 \text{ кг};$$

$$B_2 = M_2 - A_2 = 266,68 - 10,67 = 256,01 \text{ кг}$$

$$M_3 = M_2 - M_1 = 266,68 - 88 = 178,68 \text{ кг};$$

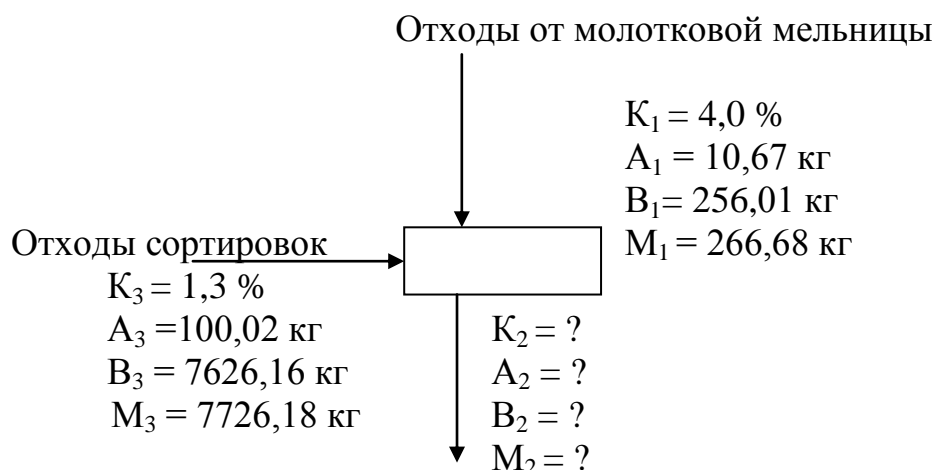
$$A_3 = M_3 K_3 = 178,68 \cdot 0,0006 = 0,11 \text{ кг};$$

$$B_3 = M_3 - A_3 = 178,68 - 0,107 = 178,57 \text{ кг}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокно, кг	Вода, кг	Волокно, кг	Вода, кг
10,56	77,44	10,67	256,01
+0,11	+178,57		
10,67	256,01	10,67	256,01

13. Бассейн под молотковой мельницей



На пресс-сгуститель

$$M_2 = M_1 + M_3 = 266,68 + 7726,18 = 7992,86 \text{ кг};$$

$$A_2 = A_1 + A_3 = 10,67 + 100,02 = 110,69 \text{ кг};$$

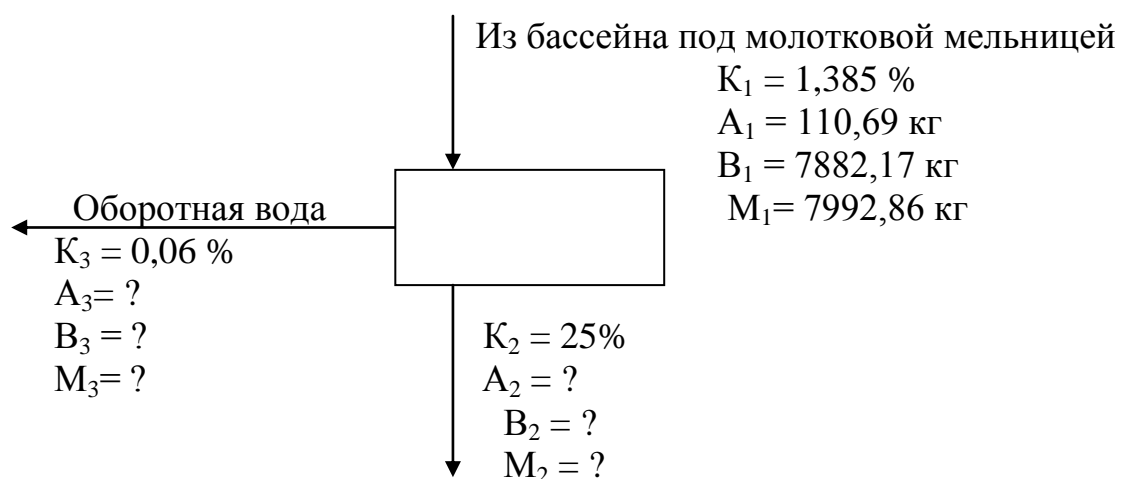
$$B_2 = B_1 + B_3 = 256,01 + 7626,16 = 7882,17 \text{ кг};$$

$$K_2 = A_2 \cdot 100 / M_2 = 110,69 \cdot 100 / 7992,86 = 1,385 \text{ \%}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокно, кг	Вода, кг	Волокно, кг	Вода, кг
10,67	256,01	110,69	7882,17
+100,02	+7626,16		
110,69	7882,17	110,69	7882,17

14. Пресс-сгуститель



На дисковую мельницу

$$M_3 = \frac{M_1(K_2 - K_1)}{K_2 - K_3} = \frac{7992,86(25 - 1,385)}{25 - 0,06} = 7568,22 \text{ кг};$$

$$A_3 = M_3 K_3 = 7568,22 \cdot 0,0006 = 4,54 \text{ кг};$$

$$B_3 = M_3 - A_3 = 7568,22 - 4,54 = 7563,68 \text{ кг};$$

$$M_2 = M_1 - M_3 = 7992,86 - 7568,22 = 424,64 \text{ кг};$$

$$A_2 = M_2 K_2 = 424,64 \cdot 0,25 = 106,16 \text{ кг};$$

$$B_2 = 424,64 - 106,16 = 318,48 \text{ кг};$$

Проверка

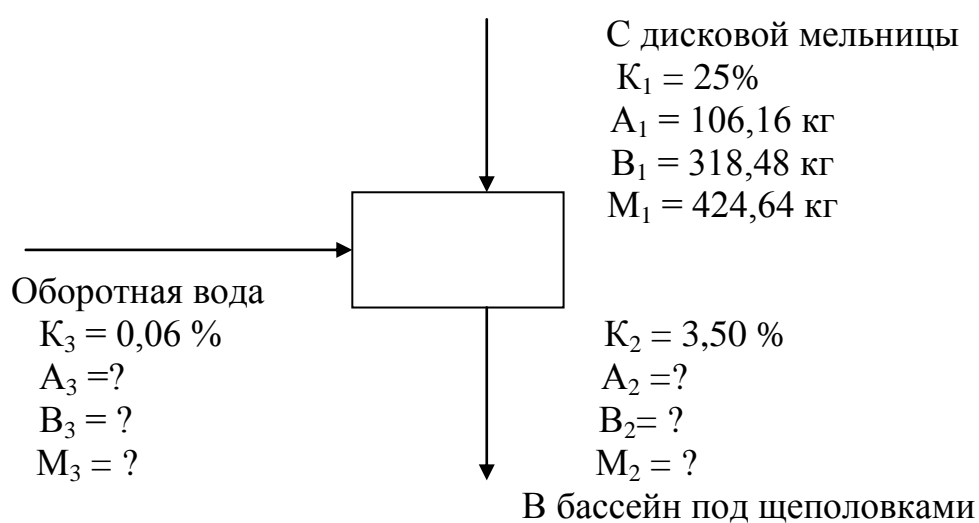
Приход		Расход	
Волокно, кг	Вода, кг	Волокно, кг	Вода, кг
110,69	7882,17	106,16	318,48
		+4,54	+7563,68
110,69	7882,17	110,7	7882,16

15. Дисковая мельница

Принимаем, что в дисковой мельнице изменений концентрации массы, расходов воды и волокна не происходит, т.е. все параметры на выходе равны параметрам на входе $K_1 = 25\%$, $A_2 = 106,16 \text{ кг}$, $B_2 = 318,48 \text{ кг}$, $M_1 = 424,64 \text{ кг}$.

16. Бассейн размолотых отходов

Поступает масса с дисковой мельницы $M_1 = 424,64 \text{ кг}$ концентрацией $K_1 = 25\%$ и обратная вода M_3 концентрацией $K_3 = 0,06 \%$. Уходит масса в бассейн под щеполовкой M_2 концентрацией $K_2 = 3,50 \%$.



$$M_2 = \frac{M_1(K_1 - K_3)}{K_2 - K_3} = \frac{424,64(25 - 0,06)}{3,5 - 0,06} = 3078,64 \text{ кг};$$

$$A_2 = M_2 K_2 = 3078,64 \cdot 0,035 = 107,75 \text{ кг};$$

$$B_2 = 3078,64 - 107,75 = 2970,89 \text{ кг};$$

$$M_3 = M_2 - M_1 = 3078,64 - 424,64 = 2654 \text{ кг};$$

$$A_3 = M_3 K_3 = 2654 \cdot 0,0006 = 1,59 \text{ кг};$$

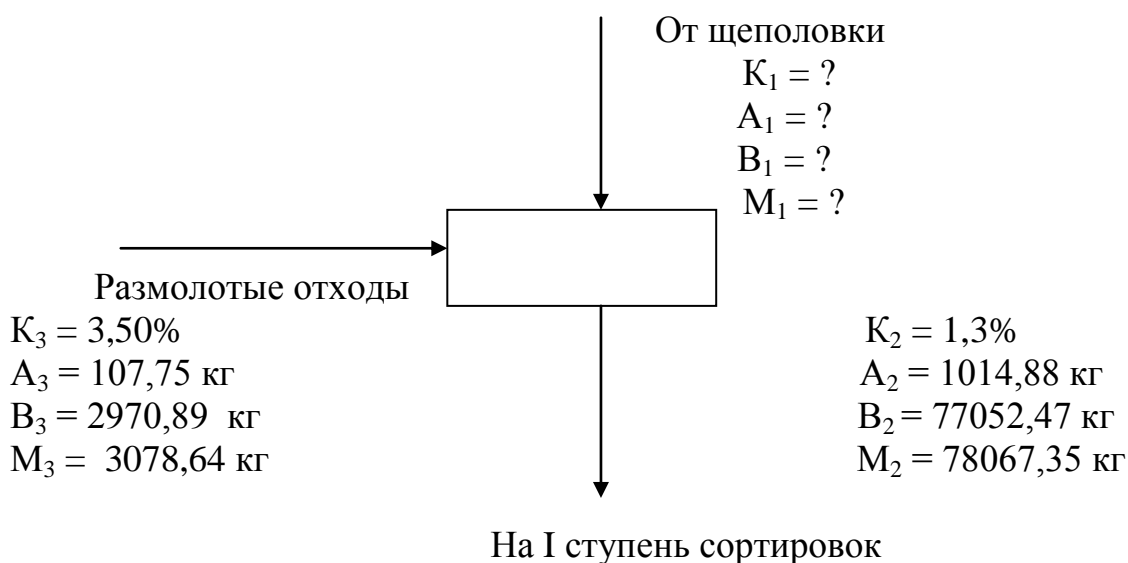
$$B_3 = 2654 - 1,59 = 2652,41 \text{ кг}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокно, кг	Вода, кг	Волокно, кг	Вода, кг
106,16	318,48	107,75	2970,89
+1,59	2652,41		
107,75	2970,89	107,75	2970,89

17. Бассейн под щеполовками

Поступает масса от щеполовок M_1 концентрацией K_1 и размолотые отходы $M_3 = 3078,64$ кг концентрацией $K_3 = 3,5\%$. Уходит на I ступень сортировок масса $M_2 = 78067,35$ кг концентрацией $K_2 = 1,3\%$.



$$A_1 = A_2 - A_3 = 1014,88 - 107,75 = 907,13 \text{ кг};$$

$$B_1 = B_2 - B_3 = 77052,47 - 2970,89 = 74081,58 \text{ кг};$$

$$M_1 = M_2 - M_3 = 78067,35 - 3078,64 = 74988,71 \text{ кг};$$

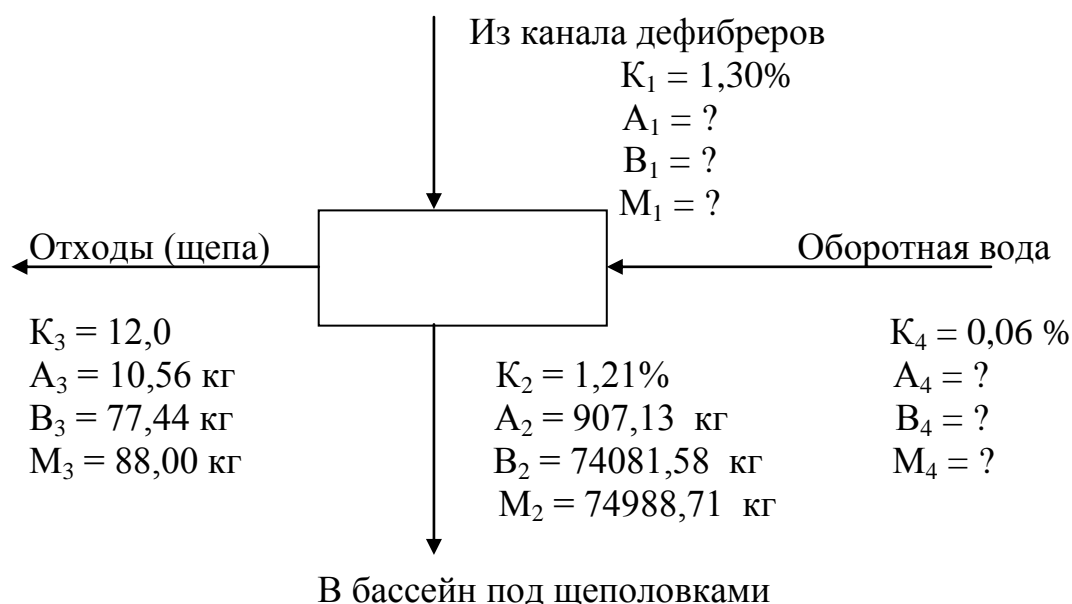
$$K_1 = \frac{907,13 \cdot 100}{74988,71} = 1,21\%$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокно, кг	Вода, кг	Волокно, кг	Вода, кг
907,13	74081,58	1014,88	77052,47
+107,75	2970,89		
1014,88	77052,47	1014,88	77052,47

18. Щеполовка

Поступает масса из канала M_1 концентрацией $K_1 = 1,30\%$ и оборотная вода M_4 концентрацией $K_4 = 0,06\%$. Уходит масса в бассейн под щеполовками $M_2 = 74988,71$ кг концентрацией $K_2 = 1,21\%$ и отходы (щепа) $M_3 = 88,00$ кг концентрацией $K_3 = 12,0\%$.



$$M_1 = \frac{M_2(K_2 - K_4) + M_3(K_3 - K_4)}{K_1 - K_4} = \frac{74988,71(1,21 - 0,06) + 88,00(12,00 - 0,06)}{1,30 - 0,06} = 70393,34 \text{ кг};$$

$$A_1 = M_1 \cdot K_1 = 70393,34 \cdot 0,013 = 915,11 \text{ кг};$$

$$B_1 = M_1 - A_1 = 70393,34 - 915,11 = 69478,23 \text{ кг};$$

$$M_4 = M_2 + M_3 - M_1 = 74988,71 + 88,00 - 70393,34 = 4683,37 \text{ кг};$$

$$A_4 = M_4 \cdot K_4 = 4683,37 \cdot 0,0006 = 2,81 \text{ кг};$$

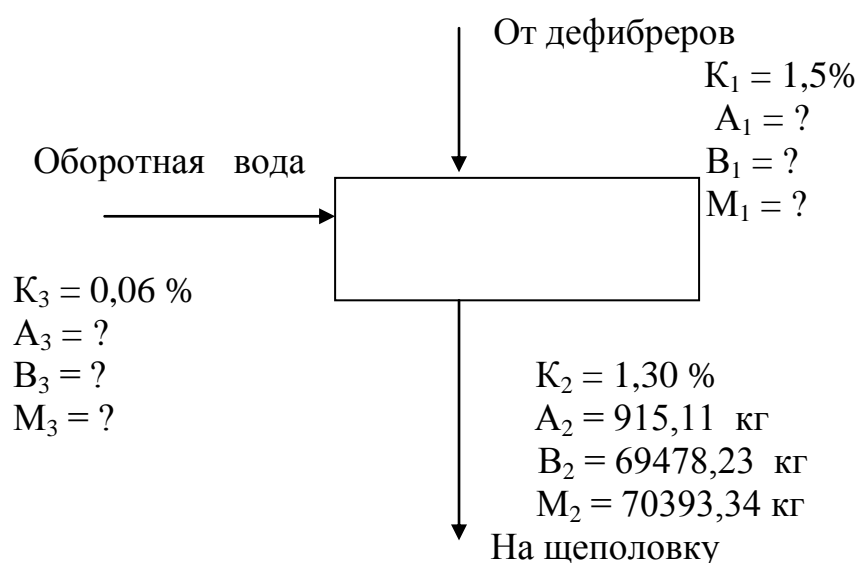
$$B_4 = M_4 - A_4 = 4683,37 - 2,81 = 4680,56 \text{ кг}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокно, кг	Вода, кг	Волокно, кг	Вода, кг
915,11	69478,23	907,13	74081,58
+2,81	+4680,56	+10,56	+77,44
917,92	74158,79	917,69	74159,02

19. Канал под дефибрерами

Поступает масса от дефибреров M_1 концентрацией $K_1 = 1,5\%$ и оборотная вода M_3 концентрацией $K_3 = 0,06\%$. Уходит масса на щеполовку $M_2 = 70393,34$ кг концентрацией $K_2 = 1,30\%$.



$$M_1 = \frac{M_2(K_2 - K_3)}{K_1 - K_3} = \frac{70393,34(1,30 - 0,06)}{1,50 - 0,06} = 60616,49 \text{ кг};$$

$$A_1 = M_1 \cdot K_1 = 60616,49 \cdot 0,015 = 909,24 \text{ кг};$$

$$B_1 = M_1 - A_1 = 60616,49 - 909,24 = 59707,25 \text{ кг};$$

$$M_3 = M_2 - M_1 = 70393,34 - 60616,49 = 9776,85 \text{ кг};$$

$$A_3 = M_3 \cdot K_3 = 9776,85 \cdot 0,0006 = 5,87 \text{ кг};$$

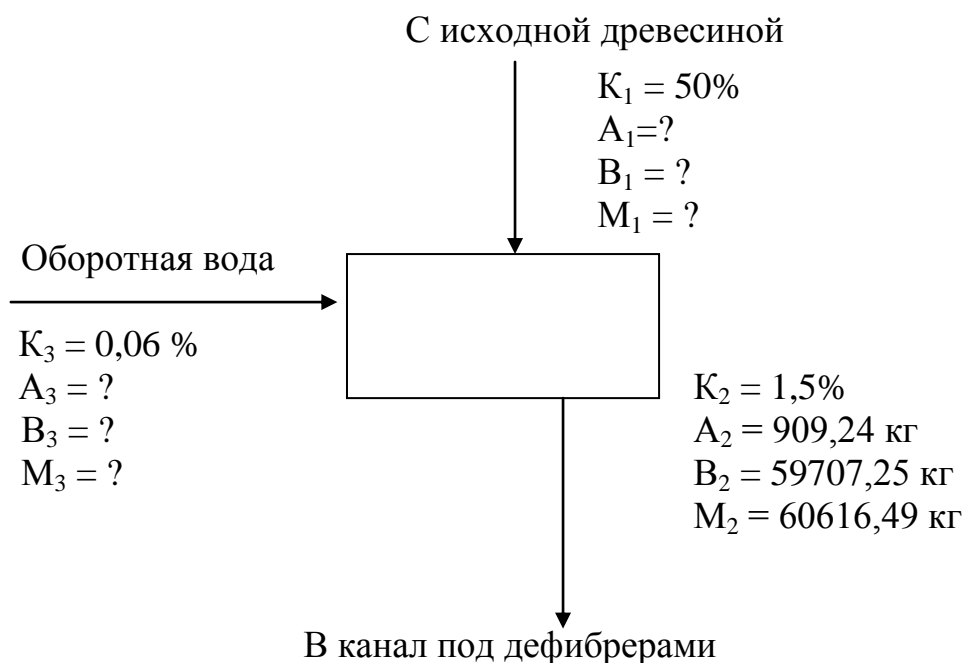
$$B_3 = M_3 - A_3 = 9776,85 - 5,87 = 9770,98 \text{ кг}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокно, кг	Вода, кг	Волокно, кг	Вода, кг
909,24	59707,25	915,11	69478,23
+5,87	+9770,98		
915,11	69478,23	915,11	69478,23

20. Дефибреры

Поступает древесина M_1 сухостью $K_1 = 50\%$ и оборотная вода M_3 концентрацией $K_3 = 0,06\%$. Уходит масса в канал $M_2 = 60616,49$ кг концентрацией $K_2 = 1,3\%$.



$$M_1 = \frac{M_2(K_2 - K_3)}{K_1 - K_3} = \frac{60616,49(1,5 - 0,06)}{50 - 0,06} = 1747,85 \text{ кг};$$

$$A_1 = M_1 \cdot K_1 = 1747,85 \cdot 0,5 = 873,92 \text{ кг};$$

$$B_1 = M_1 - A_1 = 1747,85 - 873,92 = 873,93 \text{ кг};$$

$$M_3 = M_2 - M_1 = 60616,49 - 1747,85 = 58868,64 \text{ кг};$$

$$A_3 = M_3 \cdot K_3 = 58868,64 \cdot 0,0006 = 35,32 \text{ кг};$$

$$B_3 = M_3 - A_3 = 58868,64 - 35,32 = 58833,32 \text{ кг}.$$

Проверка

Приход		Расход	
Волокно, кг	Вода, кг	Волокно, кг	Вода, кг
873,92	873,93	909,24	59707,25
+35,32	+58833,32		
909,24	59707,25	909,24	59707,25
Масса	60616,49		60616,49

Расход оборотной воды и потери волокна

С дискового фильтра уходит:

воды, кг	- 186770,64
волокна с ней, кг	- 112,13
массы, кг	- 186882,96

С пресса сгустителя уходит:

воды, кг	- 7563,68
волокна с ней, кг	- 4,54
массы, кг	- 7568,22

Итого уходит:

воды, кг	- 194334,32
волокна с ней, кг	- 116,67
массы, кг	- 194450,99

На спрыски и разбавление используется:

воды, кг	- 212177,57
волокна с ней, кг	- 127,37

С бумажной фабрики необходимо подать воды, кг:

$$212177,57 - 194334,32 = 17843,25$$

$$\text{волокна с ней, кг} : 127,37 - 116,67 = 10,7$$

Общие потери волокна составят:

а) на растворение при дефибрировании (1,5% от 880 кг), кг - 13,2

б) отходы центриклинеров, кг - 4,43

в) с волокном от бумфабрики, кг - 10,7

Итого: 28,33 кг

На дефибрер с учетом потерь на растворение (1,5%) поступит абсо-

$$\text{лютно сухого волокна: } \frac{873,92 \cdot 101,5}{100} = 887,03 \text{ кг}$$

Тогда количество потерь в процентах составит:

$$\frac{887,03}{100} -$$

$$\frac{28,33}{x} \quad x = 3,19 \%$$

Следовательно, выход древесной массы составит:

$$100 - 3,19 = 96,81 \%$$

Расход баланса при плотности древесины ели 435 кг/м³

$$\text{составит: } \frac{887,03}{435} = 2,04 \text{ пл. м}^3 / \text{т}$$

Ниже приведены плотности различных пород древесины в кг/м³ [5]: ель 435, пихта 380, сосна 470, береза 600, осина 430.

С учетом коэффициента полндревесности расход баланса составит:

$$\frac{2,04}{0,72} = 2,83 \text{ скл. м}^3/\text{т}$$

После составления материального баланса воды и волокна производится расчет и подбор технологического оборудования в соответствии с определенными в балансе нагрузками по потоку.

Расчет и выбор основного технологического оборудования

Выбор оборудования производится исходя из производительности древесномассного завода 300 т/сут по дефибрированию. Количество а.с. волокна, подающегося на аппарат, берется из баланса воды и волокна.

Расчет гидравлического потока т/сут, производим по формуле

$$W = \frac{A \cdot P}{1000};$$

где A – количество а.с. волокна, подающегося на аппарат, кг; P – заданная производительность, т/сут; 1000 – перевод килограммов в тонны;

Количество а.с. волокна берется из расчета баланса воды и волокна для выбираемой единицы оборудования. Производительность единицы оборудования выбирается исходя из мощности агрегата.

Расчет количества единиц оборудования производим по формуле:

$$n = \frac{W}{q_0};$$

где W – гидравлический поток, т/сут; q_0 – производительность одной единицы оборудования, т/сут;

После расчета и выбора аппарата приводится обоснование его выбора, принцип работы и краткая техническая характеристика.

Рассчитывают следующее оборудование: дефибрер, щеполовки, молотковую мельницу, сортировки первой и второй ступени, центриклинеры, дисковый фильтр, пресс-сгуститель, дисковую мельницу.

Пример: Расчет и выбор дефибреров

Расчет гидравлического потока производим по формуле:

$$W = \frac{A \cdot P}{1000} = \frac{873,92 \cdot 300}{1000} = 262,176 \text{ т/сут};$$

Расчет количества единиц дефибреров производим по формуле:

$$n = \frac{W}{q_0} = \frac{261,176}{60} = 4,37 \text{ ед.}$$

Принимаем к установке 5 дефибреров. В отечественной промышленности широкое применение нашли цепные дефибреры ДЦ-4-1 производительностью по воздушно-сухой белой массе при степени помола

65-70 °ШР и разрывной длине 2900 м 55 т /сут., мощность главного двигателя 3200 кВт, длина баланса 1200 мм, диаметр баланса 60-350 мм, диаметр камня 1800 мм, частота вращения вала 300 мин⁻¹. Габаритные размеры: длина (по оси вала) 8,86 м; ширина 6,82 м; Высота от уровня пола 9,61 м. Масса 125,0 т.

Расчет объемов бассейнов

Рассчитывают объемы следующих бассейнов: бассейн регулируемой массы, бассейн отсортированной массы, бассейн под молотковой мельницей, бассейн размолотых отходов, бассейн для массы высокой концентрации, бассейн под щеполовками, бак оборотной воды.

Определяющими факторами при расчете объема бассейна является максимальное количество массы, подлежащее хранению в бассейне в единицу времени, и расчетное время нахождения массы в единицу времени и число часов хранения массы, то, принимая, что 1 т жидкой массы любой концентрации занимает объем 1м³ бассейна, необходимая емкость в кубических метрах определяется соотношением:

$$V = \frac{Q(100 - n)t}{C} K;$$

где Q – количество воздушно-сухой массы, т/ч; n – влажность воздушно-сухой массы (12%), %; t - время хранения массы, ч; c – концентрация массы, %; K – коэффициент, учитывающий неполноту заполнения бассейна (обычно K=1,2).

Объем бассейна рассчитывают из условий прекращения поступления массы после заполнения бассейна или с учетом перехода его на режим, при котором количества поступающей и отбираемой массы равны.

Исходя из времени нахождения массы в бассейне (табл. 2) и заданной производительности древесномассного завода (300 т/сут) рассчитать объем для хранения массы на необходимое время. По рассчитанному объему произвести выбор унифицированного бассейна нужного типа. Результаты расчета заносят в табл. 2.

Пример: Расчет и выбор бассейна регулируемой массы.

Время нахождения массы в бассейне 1,5 часа. Количество воздушно-сухой массы в час составит:

$$Q = \frac{Q_{\text{сут}}}{24} = \frac{300}{24} = 12,5 \text{ т/ч};$$

$$V = \frac{Q(100 - n)t}{C} K = \frac{12,5(100 - 12)1,5}{3} 1,2 = 660 \text{ м}^3.$$

Таблица 2

Унификация бассейнов

Наименование бассейна	Объем бассейна, м ³	Время запаса, ч	Объем бассейна, м ³	Время запаса, ч
	По расчету		После унификации	
Бассейн регулированной массы	660	1,5	2 х 350	1,6
Бассейн высокой концентрации	300	2,5	315	2,6
Бассейн отсортированной массы		0,17		
Бассейн под молотковой мельницей		0,25		
Бассейн размолотых отходов		0,5		
Бассейн под щеполовками		0,17		
Бак оборотной воды	264,21	0,17	300	1,75

Устанавливаем два горизонтальных мешальных бассейна емкостью 350 м³ с циркулирующим устройством ЦУ-06 и мощностью двигателя 28 кВт.

Пример: Расчет и выбор бассейна высокой концентрации.

Время нахождения массы в бассейне 2,5 часа.

$$V = \frac{Q(100 - n)t}{C} K = \frac{12,5(100 - 12)2,5}{11} 1,2 = 300 \text{ м}^3.$$

Устанавливаем один бассейн для массы высокой концентрации номинальным объемом 315 м³, концентрация на входе 11 %, на выходе 3 %.

Пример: Расчет и выбор бака оборотной воды.

Время нахождения воды 10 мин, или 0,17 часа. Учитывая, что оборотная вода для разбавления в бассейне отсортированной массы поступает непосредственно от дискового фильтра, объем оборотной воды, поступающей в бак, составит: 186,77 – 83,16 = 103,61 м³, тогда

$$V = 12,5 \cdot 103,61 \cdot 0,17 \cdot 1,2 = 264,21 \text{ м}^3.$$

Устанавливаем 1 бак емкостью 300 м³.

Литература

1. Технология целлюлозно-бумажного производства: справочные материалы / Всерос. научно-исслед. ин-т целлюлозно-бумаж. пром-сти (ВНИИБ): в 3 т. - СПб.: Политехника, 2002 - Т. 1: Сырье и производство полуфабрикатов, ч. 2: Производство полуфабрикатов. - 2003. - 640 с.
2. Хакимова Ф.Х. Современное производство древесной массы: учеб. пособие / Ф.Х. Хакимова. – Пермь: Изд-во Перм. Гос. техн.ун-та, 2007. – 166 с.
3. Дьякова Е.В., Комаров В.И. Технология механической массы: учеб. пособие / Е.В. Дьякова, В.И. Комаров; под ред. проф. В.И. Комарова. – Архангельск: Изд-во Архан. Гос. техн. Ун-та, 2006. – 203 с.
4. Ласкеев П. Х. Производство древесной массы. - М.: Лесн. пром-сть, 1967. - 582 с.
5. Непенин. Н.Н. Технология целлюлозы. Производство сульфитной целлюлозы. - М.: Лесн. пром-сть, 1976. - Т.1. - 30 с.
6. Чичаев В.А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. Оборудование для производства волокнистых полуфабрикатов. –М.: Лесн. пром-сть, 1981. –Т.1. –368 с.